



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 589 351 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 93114894.4

(51) Int. Cl.⁵: **C08J 5/12**, B29C 65/00,
B29C 59/16

(22) Anmeldetag: 16.09.93

(30) Priorität: 23.09.92 DE 4231810

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.94 Patentblatt 94/13

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL

(71) Anmelder: **BASF Magnetics GmbH**
Dynamostrasse 3
D-68165 Mannheim(DE)

(72) Erfinder: **Hagemeyer, Alfred, Dr.**
An der Froschlache 23
D-6700 Ludwigshafen(DE)
Erfinder: **Hibst, Hartmut, Dr.**
Branichstrasse 23
D-6905 Schriesheim(DE)
Erfinder: **Baeuerle, Dieter, Prof. Dr.**
Oberklammerstrasse 47
AT-4203 Altenberg(AT)
Erfinder: **Heitz, Johannes**
Hanger Weg 38
D-7800 Freiburg(DE)

(74) Vertreter: **Karau, Wolfgang, Dr. et al**
BASF Aktiengesellschaft,
Patentabteilung ZDX - C 6
D-67056 Ludwigshafen (DE)

(54) **Verfahren zum Heissverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Heißverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen unter Druck und bei einer zwischen dem Glas- und dem Erweichungspunkt des Polymeren liegenden Temperatur durch vorheriges Bestrahlen der Polymeroberfläche mit einer durch den Zerfall von Excimeren erzeugten UV-Strahlung im Wellenlängenbereich von 120 bis 400 nm und mit einer Energiedichte unterhalb der Ablationschwelle.

EP 0 589 351 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Heißverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen unter Druck und bei einer zwischen dem Glas- und dem Erweichungspunkt des Polymeren liegenden Temperatur durch vorheriges Bestrahlen der Polymeroberfläche mit einer UV-Strahlung.

Die hohe mechanische Festigkeit vieler Polymere beruht auf der semikristallinen Struktur dieser Materialien. Solche semikristallinen Polymere bestehen aus einer Mischung amorpher und kristalliner Bezirke. Die kristallinen Bereiche sind weitgehend geordnet und umfassen Bereiche, in denen die Polymerketten durch Kettenfaltung der verschiedenen chemischen Bausteine, aus denen die Ketten aufgebaut sind, eine Gitterstruktur bilden. Demgegenüber befinden sich die Polymerketten in den ungeordneten amorphen Bereichen in Form zufallsbedingter Knäuel. Beim Erhitzen dieser semikristallinen Polymere über ihren Erweichungspunkt wird die kristalline Anordnung, wie Röntgenbeugungsuntersuchungen zeigen, zerstört. Ein sich an das Aufheizen anschließendes schnelles Abkühlen ergibt ein Material mit durchgängig amorphem Charakter.

Dieser Vorgang wurde bereits für das Auflaminieren von Polyethylenterephthalat (PET-)Filmen auf verchromte Stähle genutzt (H. Yokoya und R.S. Poster, J. Appl. Polymer Sci., Vol. 44, 1679-1683 (1992)). Dabei wird das PET-Material auf Temperaturen oberhalb seines Schmelzpunkts erhitzt und unter Druck mit dem Stahl verklebt. Dieses Verfahren läßt sich jedoch immer dann nicht anwenden, wenn die spezifischen mechanischen Eigenschaften der semikristallinen Polymere auch nach einer Verklebung mit einem anderen Material von Bedeutung sind und benötigt werden.

Der Effekt der Amorphisierung von PET-Folien wurde ferner zur Verminderung des Reibungskoeffizienten bzw. zur Autoadhäsion eingesetzt. Bei semikristallinen Polymeren mit einem ausreichend großen Absorptionskoeffizienten, wie es bei u.a. PET der Fall ist, können durch Bestrahlung mit UV-Licht geeigneter Wellenlänge dünne amorphe Oberflächenschichten unter gleichzeitiger Kettenspaltung und Bildung oligomerer Bestandteile entstehen. Dies geschieht durch das Überhitzen der dünnen Oberflächenschicht, deren Dicke von wenigen bis einige Hundert Nanometer beträgt. So ist aus der US-A 4 868 006 bekannt, semikristalline PET-Folien mit der UV-Strahlung eines Excimer-Lasers von 193 oder 248 nm Wellenlänge zu bestrahlen und die durch Schmelzen auf der Oberfläche entstehenden quasi-amorphen Bereiche anschließend einem Material, welches eine Kristallisation induziert, wie z.B. Aceton, Methylenchlorid oder Chloroform, auszusetzen um auf diese Weise Polyesterfilmoberflächen zu erhalten, deren statischer und kinetischer Reibungskoeffizient erniedrigt ist. In ähnlicher Weise wird gemäß US-A 4 822 451 vorgegangen. Hier dient die amorphe Oberflächenschicht u.a. zur Verringerung der optischen Reflexion, der Erhöhung der Transmission, der Verbesserung der Haftung von Beschichtungen sowie der Autoadhäsion.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es nun ein Verfahren zum Heißverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen bei höheren Temperaturen und unter Druck bereitzustellen, bei dem die mechanischen Eigenschaften des die Klebung bildenden semikristallinen Materials nicht nachteilig beeinflusst werden.

Es wurde nun gefunden, daß sich mit einem Verfahren zum Heißverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen unter Druck und bei einer zwischen dem Glas- und dem Erweichungspunkt des Polymeren liegenden Temperatur durch Bestrahlung der zur Verklebung vorgesehenen Fläche des Polymeren mit UV-Licht die Aufgabe lösen läßt, wenn die für die Verklebung vorgesehene Fläche mit einer durch den Zerfall von Excimeren erzeugten UV-Strahlung im Wellenlängenbereich von 120 bis 400 nm mit einer Energiedichte unterhalb der Ablationsschwelle bestrahlt wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die UV-Strahlung durch einen UV-Laser als Strahlungsquelle erzeugt, wobei dieser UV-Laser insbesondere ein Excimer-Laser ist, dessen Wellenlänge 248 nm (KrF) oder 308 nm (XeCl) beträgt.

Solche Excimer-Laser sind bekannt. Bei ihrem Einsatz für das erfindungsgemäße Verfahren beträgt die Repetitionsrate zwischen 1 und 1000 Hz, geeignete Pulslängen bewegen sich zwischen 10 ns und 100 ns.

In einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die UV-Strahlung durch einen inkohärenten UV-Excimerstrahler (Excimerlampe) als Strahlungsquelle erzeugt, wobei insbesondere die Wellenlängen 172 nm (Xe₂), 222 nm (KrCl), 308 nm (XeCl) zur Anwendung kommen.

Die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommene Bestrahlung des Polymeren im definierten Wellenlängenbereich der UV-Strahlung erfolgt mit einer für das jeweilige Polymere und die verwendete Wellenlänge unterhalb der Ablationsschwelle liegenden Energiedichte. Als Ablationsschwelle wird diejenige Energiedichte bezeichnet, bei der noch keine Ablation auftritt, d.h. bei der noch kein nennenswerter Materialabtrag erfolgt. Zu ihrer Bestimmung werden bei unterschiedlichen Energiedichten die Ablationsraten gemessen. Trägt man die Ablationsraten halblogarithmisch gegen die verwendeten Energiedichten auf, so ist der extrapolierte Schnittpunkt mit der Achse der Energiedichte als Ablationsschwelle definiert. Die Ablationsrate einer UV-Quelle kann beispielsweise dadurch bestimmt werden, daß eine der UV-Strahlung ausgesetzte Lochblende mit einer Linse auf das Polymere abgebildet wird, wobei je nach Energiedichte des

UV-Strahls ein rundes Loch unterschiedlicher Tiefe in der Polymerfläche entsteht. In besonders einfacher Weise kann die Ablationsschwelle bei Verwendung eines UV-Lasers bestimmt werden. Dazu wird zuerst die gemessene Ätzrate als Verhältnis der jeweiligen Lochtiefe im Polymeren zur Pulsanzahl gemessen. Dieser Wert wird gegen den Logarithmus der Energiedichte, d.h. das Verhältnis der Pulsenergie zur Fläche des Lochs im Substrat aufgetragen. Der Schnittpunkt der Extrapolationsgeraden mit der Achse der Energiedichte definiert dann die Schwellenenergiedichte für die Ablation.

Die für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten semikristallinen Polymere sind bekannt. Es sind vorzugsweise Polyethylenterephthalat (PET), Polyimid (PI), Polyethylenanththalat (PEN), Polyamid (PA), Polybutylenterephthalat (PBT), Polyacrylnitril (PAN), Poly-p-phenylene, Polyurethane (PUR) oder Polysulfone (PSU).

Die mit diesen Polymeren zu verklebenden Metalle sind vorwiegend Co, Cr, Ni, Pt oder deren Legierungen sowie Al, Cu, Fe, Stahl, Ag, Au, Ti, Zr, Zn oder Sn.

In einer bevorzugten Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen die zu verklebenden Metalle in Form sogenannter kohärenter Metalldünnschichten vor. Solche Metallschichten sind im allgemeinen Kobalt- oder Kobalt/Chrom-haltig, wie z.B. Co-Ni-Cr, Co-Pt, Co-Ni-O, Co-Cr mit 15 bis 35 At% Chrom, Kobalt-Nickel-Schichten mit mehr als 10 At% Nickel oder Kobalt-Nickel-Sauerstoff-Schichten mit mehr als 10 At% Nickelanteil und zwischen 3 und 45 At% Sauerstoff. Jedoch sind auch entsprechende Metalldünnschichten auf Basis von Eisen bekannt. Die Herstellung dieser Schichten geschieht mit Hilfe eines PVD-Verfahrens, d.h. z.B. durch Verdampfen, Elektronenstrahlverdampfen, Sputtern, Ionenplattieren oder Beschichtung der Metallkomponenten mit Lichtbogenverfahren. Bevorzugt sind das Aufdampfen und Sputtern. Die auf diese Weise hergestellten, oft ferromagnetischen Metallschichten sind zwischen 20 und 500 nm dick.

Die genannten Polymere werden nun gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren der UV-Strahlung eines Excimer-Lasers mit einer unter der Ablationsschwelle liegenden Energiedichte ausgesetzt. Diese Schwellenenergiedichte ist wellenlängenabhängig und für die unterschiedlichen Polymere unterschiedlich. Für PET bewegt sie sich im allgemeinen in einem Bereich zwischen 10 und 200 mJ/cm². Beispielsweise beträgt die Schwellenenergie für Mylar-PET-Folien bei 248 nm Wellenlänge des Excimerlasers etwa 40 mJ/cm², während die Schwelle bei 308 nm Wellenlänge bei etwa 170 mJ/cm² liegt. Im Rahmen einer zweckmäßigen Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorzugsweise ein UV-Excimer-Laser eingesetzt und das Trägermaterial mit kleinen Pulszahlen zwischen 1 und 25 Pulsen/Fläche im Vakuum oder in einer Sauerstoff-, Stickstoff-, Argon-, Ammoniak- oder Freon-Atmosphäre (bis zu 1000 mbar) bestrahlt.

Eine besonders interessante Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet die Verwendung dünner semikristalliner UV-bestrahlter Polymerfolien als Heißklebefolien zum Beispiel in einem Schältest.

Ein Schältest ist eine bekannte Methode zur Haftungsbewertung von ausreichend dicken Deckschichten auf festen oder flexiblen Substraten. In diesem Test wird in einer Zugprüfmaschine die Beschichtung von den Spannbacken gegriffen und vom Substrat abgezogen und die dazu benötigte Schälkraft gemessen. Bei sehr dünnen Schichten von nur wenigen µm oder im Submikrometerbereich ist diese direkte Methode des Schältests allerdings nicht anwendbar, da die Schicht zu dünn ist, um von den Spannbacken der Zugprüfmaschine noch direkt gegriffen werden zu können. Man ist daher auf andere Methoden der Krafteinleitung in den Verbund angewiesen.

Ein bei dünnen Filmen häufig zur Anwendung kommender Standardtest ist der Scotch-tape-Test, bei dem ein andruckempfindliches Klebeband (Scotchband oder Tesafilm) auf die Beschichtung aufgeklebt und dann abgezogen wird. Allerdings ist die Klebkraft dieser handelsüblichen Klebebänder nicht ausreichend, um fest haftende Beschichtungen abziehen zu können.

Eine deutlich verbesserte Haftung der nachträglich aufgetragenen Hilfsfolien zur Beschichtung läßt sich durch die Verwendung von Heißklebefolien (Schmelzfolien) erzielen. Bei Metalldünnschichten auf z.B. Kunststoffsubstraten wird häufig der EAA-Peeltest angewandt [De Puydt et al.; Surf. Interf. Anal. 12 (1988), 486]: Dazu wird eine EAA-Heißklebefolie (Ethylene Acrylic Acid, VISTAFIX der Fa. UCB S.A., Gent B) in einer Thermopresse auf die Metallseite des Schichtsystems (z.B. flexibles magnetisches Dünnschichtmedium) auflaminiert (105 °C, 75 kN/20 cm² Anpreßdruck, 20 s). Das Laminat wird anschließend in 1 cm breite Streifen geschnitten. Mittels eines doppelseitigen Klebebands wird die der EAA-Folie abgewandte Seite, also die Seite des Substrats, auf einen festen Metallträger (Al-Blech) aufgeklebt. In einer Zugprüfmaschine wird die EAA-Folie in die Spannbacken eingespannt und mit Zugkräften belastet. Es wird die Kraft gemessen, die zum Abschälen der Metallschicht vom Substrat unter einem festen Winkel von z.B. 180° zur Schichtebene nötig ist (180° - EAA-Schältest). Die Abzugsgeschwindigkeit beträgt typisch 50 mm/min. Als Maß für die Adhäsion der Metallschicht wird die auf die Breite des Streifens normierte Schälkraft in N/cm angegeben. Auf diese Weise werden zwar bessere Haftfestigkeiten zwischen Metall und Hilfsfolie und damit

höhere mögliche Schälkräfte als beim Scotchband oder Tesafilm erzielt, jedoch haben die konventionellen Heißklebefolien den Nachteil einer nur mäßigen inneren Festigkeit und mechanischer Stabilität, so daß es bei sehr gut haftenden Beschichtungen leicht zum Überdehnen und Einreißen der Klebefolie während des Zugversuchs kommt. Die maximal meßbare Schälkraft und damit die obere Testgrenze beim EAA-Peeltest (Metall dünnschichten) liegt bei 4-5 N/cm, oberhalb der die innere Kohäsionskraft der EAA-Folie überschritten wird.

Zur Verbesserung des Schältests bei Metall dünnschichten ist eine Klebefolie gefragt, die ausreichend hohe Haftfestigkeit zum Metall mit ausreichender innerer Kohäsionsfestigkeit verbindet. Mechanisch stabile und belastbare Folien mit hoher Reißfestigkeit sind bekannterweise verstreckte PET-Folien. Verstrecktes PET ist zwar von hoher innerer Kohäsionsfestigkeit, jedoch ist es als semikristallines und hochmolekulares Material mit Metallen nicht direkt heiß zu verkleben oder zu verschweißen und durch einfaches Auflaminieren bei erhöhter Temperatur läßt sich keine Haftung zu Metallen erreichen. Die aufgezeigten Probleme lassen sich somit mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in einfacher und vorteilhafter Weise lösen.

Die Erfindung sei anhand folgender Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

Um die Haftfestigkeit einer aufgedampften 200 nm dicken (Co-Ni)-Schicht auf einer 50 µm dicken Upilex 50R-PI-Folie (Fa. Ube) zu testen, wurde ein 180°-Schältest durchgeführt. Als Heißklebefolie wurde dabei eine semikristalline Mylar 200D PET-Folie (Fa. DuPont, $T_g = 75^\circ\text{C}$), benutzt, die zuvor im Vakuum mit einem KrF-Excimerlaser (248 nm) mit einer Energiedichte von 20 mJ/cm² und mit 6 Pulsen bestrahlt wurde. Die so UV-vorbehandelte PET-Folie wurde in einer Thermopresse bei 105°C und einem Druck von 190 bar für 20 s mit der (Co-Ni)-beschichteten Upilexfolie auf der metallisierten Seite verschweißt. Anschließend wurde die PET-Folie unter einem Winkel von 180 Grad abgezogen. Die Metallschicht ließ sich glatt mit der laserbestrahlten PET-Folie von der Upilex-Folie abziehen.

In einem Referenztest wurde versucht eine unbestrahlte PET-Folie unter den gleichen Bedingungen wie oben auf die (Co-Ni)-Schicht aufzuschweißen. Dies war nicht möglich. Die unbestrahlte PET-Folie haftete nicht auf der Metallschicht.

In einem weiteren Referenztest wurde versucht eine in der Thermopresse auf die gleiche (Co-Ni)-Schicht (auf Upilex 50R) auf laminierte EAA-Folie in einem 180°-Schältest abziehen. Dies war nicht möglich, daß sich die EAA-Folie überdehnte und abriß, da die Haftung besser war als die Kohäsionsfestigkeit der EAA-Folie.

Beispiel 2

Eine Mylar 200 D-PET-Folie wurde an Luft für 30 min mit einer KrCl-Excimerlampe (222 nm) mit einer Leistungsdichte von 5 mW/cm² bestrahlt. Anschließend wurde die Folie in einer Thermopresse bei 125°C für 20 s mit einem Druck von 190 bar auf die Metallseite einer mit einer 200 nm dicken (Co-Ni)-Schicht beschichteten Upilex-50R-PI-Folie aufgeschweißt. Die PET-Folie haftete so gut auf der (Co-Ni)-Schicht, daß die Folie beim Versuch sie abzuziehen riß.

In einem Referenztest wurde versucht, eine nichtbestrahlte PET-Folie unter denselben Bedingungen wie oben auf dieselbe mit (Co-Ni) beschichtete Upilex 50R-Folie aufzuschweißen. Dies war nicht möglich. Die unbestrahlte PET-Folie haftete nach dem Heißpressen nicht an der (Co-Ni)-Schicht.

Beispiel 3

Eine semikristalline Teonex-PEN-Folie der Fa. Teijin ($T_g = 125^\circ\text{C}$; 7 µm dick; Kristallinitätsgrad ca. 40 %) wurde im Vakuum bei 248 nm mit einem Excimerlaser mit 6,5 Pulsen/Fläche UV-bestrahlt und anschließend bei 150°C, also etwa 25°C oberhalb des Glaspunktes, für 20 s mit 7,5 Tonnen/20 cm² auf 100 µm dicke Al-Bleche aufgepreßt. In Abhängigkeit der eingestrahlten Energiedichte wurden im Schältest folgende Ergebnisse erhalten:

unbestrahlt	Auflaminierte PEN-Folie leicht abzuziehen
2,6 mJ/cm ²	leicht abziehbar
5,0 mJ/cm ²	leicht abziehbar
10 mJ/cm ²	nur noch teilweise abziehbar
15 mJ/cm ²	teilweise abziehbar
20 mJ/cm ²	nicht mehr abziehbar
30 mJ/cm ²	nicht abziehbar
40 mJ/cm ²	nicht abziehbar

Patentansprüche

1. Verfahren zum Heißverkleben von semikristallinen Polymeren mit Metallen unter Druck und bei einer zwischen dem Glas- und dem Erweichungspunkt des Polymeren liegenden Temperatur durch Bestrahlung der zur Verklebung vorgesehenen Fläche des Polymers mit UV-Licht, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Verklebung vorgesehene Fläche mit einer durch den Zerfall von Excimeren erzeugten UV-Strahlung im Wellenlängenbereich von 120 bis 400 nm mit einer Energiedichte unterhalb der Ablationsschwelle bestrahlt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die UV-Bestrahlung mit einem UV-Excimer-Laser durchgeführt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die UV-Bestrahlung mit einem inkohärenten UV-Excimer-Strahler durchgeführt wird.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 4894

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	US-A-5 032 209 (SHINBACH M.P. ET AL) * Ansprüche 1,4,7,21 * * Spalte 5, Zeile 19 - Zeile 28 * * Spalte 5, Zeile 48 - Zeile 60 * * Spalte 10, Zeile 24 - Zeile 28 * * Spalte 17, Zeile 26 - Zeile 27 * * Spalte 16, Zeile 59 - Spalte 17, Zeile 2 * ---	1-3	C08J5/12 B29C65/00 B29C59/16
Y	DATABASE WPI Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 90-003344[01] & JP-A-1 286 212 (FURUKAWA ELECTRIC CO.) 17. November 1989 * Zusammenfassung * -----	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			C08J B29C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. Dezember 1993	Prüfer Niaounakis, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			